



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 60 516 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
H 01 M 8/02

②1 Aktenzeichen: 199 60 516.5  
②2 Anmeldetag: 15. 12. 1999  
④3 Offenlegungstag: 6. 7. 2000

DE 199 60 516 A 1

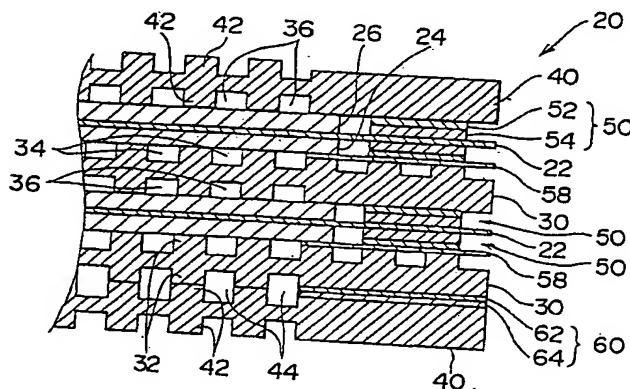
③0 Unionspriorität:  
P 10-357649 16. 12. 1998 JP  
⑦1 Anmelder:  
Toyota Jidosha K.K., Toyota, Aichi, JP  
⑦4 Vertreter:  
Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner, 80336 München

⑦2 Erfinder:  
Mizuno, Seiji, Toyota, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Dichtung und Brennstoffzelle mit der Dichtung

⑤7 Die vorgeschlagene Dichtung (50, 60) verhindert in einer elektrochemischen Brennstoffzelle (20), daß in einem Raum befindliches Fluid austritt. Die Dichtung umfaßt eine erste Schicht (52, 62) und eine zweite Schicht (54, 64) mit unterschiedlichen Elastizitätskoeffizienten. Die Dichtung besteht aus Gummi. Die elektrochemische Brennstoffzelle (20) umfaßt eine Elektrolytmembran (22), eine erste Elektrode (24) auf einer Seite der Elektrolytmembran und eine zweite Elektrode (26) auf einer anderen Seite der Elektrolytmembran, einen ersten Separator (30) und einen zweiten Separator (40) und die Dichtung (50, 60). Der erste und zweite Separator umschließen die erste und zweite Elektrode in Sandwichanordnung. Die Dichtung ist nicht nur zwischen der Elektrolytmembran und einem der ersten und zweiten Separatoren vorgesehen, um einen Weg (34, 36) eines Brennstoffgases oder eines Oxidativgases abzudichten, sondern auch zwischen dem ersten und zweiten Separator, um einen Kühlmittelweg (44) abzudichten. Dadurch, daß sich die weichere Schicht elastisch verformt und eine Oberflächenrauheit der Elektrolytmembran oder der Elektrode aufnimmt, ist das Abdichtungsvermögen der Dichtung hoch. Die Dichtung kann auf eine sich ändernde Länge der Elektrolytmembran oder des Separators ansprechen, die sich infolge einer sich ändernden Temperatur ändert, und ihr folgen. Da die härtere Schicht außerdem die Elektrolytmembran oder die Elektrode trägt, kann eine höhere Steifigkeit des ...



DE 199 60 516 A 1

## GEBIET DER ERFINDUNG

Die Erfindung bezieht sich auf eine Dichtung und eine elektrochemische Brennstoffzelle mit der Dichtung. Die Dichtung in der elektrochemischen Brennstoffzelle verhindert insbesondere, daß ein in einem Raum vorhandenes Fluid austritt. Darüber hinaus ist die Dichtung der elektrochemischen Brennstoffzelle dafür vorgesehen, einen Raum zwischen einer Elektrolytmembran und einem Separator abzudichten oder einen Kühlmittelweg zwischen zwei Separatoren abzudichten.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Für eine elektrochemische Brennstoffzelle wird als ein Abdichtungsverfahren, mit dem ein von einer Elektrolytmembran und einem Separator geformter Weg für ein Wasserstoff enthaltendes Brennstoffgas oder ein Sauerstoff enthaltendes Oxidativgas abgedichtet wird, vorgeschlagen, ein Generatorteil und ein Rahmenteil durch ein Heißpreßverfahren zu einem Körper vereinigen. Die Elektrolytmembran in dem Generatorteil ist in Sandwichanordnung zwischen zwei Elektroden angeordnet, wobei eine Öffnungsfläche des Rahmens geringfügig kleiner als die des aus Kunststoff bestehenden Generatorteils ist. Ein Beispiel hierzu ist in der Japanischen Offenlegungsschrift Nr. 10-199551 offenbart. Außerdem wird bei dem obengenannten Verfahren der durch die Elektrolytmembran und den Separator geformte Weg für das Brennstoffgas oder das Oxidativgas abgedichtet, indem zwischen dem Rahmenteil und dem Separator eine Dichtung wie etwa ein O-Ring bereitgestellt wird.

Als ein weiteres Verfahren wird auch ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem das Generatorteil und der Separator unter Verwendung von Klebstoffen verbunden werden. Bei diesem Verfahren dienen die Klebstoffe nach der Verbindung als eine verhältnismäßig weiche Verbindung, wobei die Klebstoffe den Weg für das Brennstoffgas oder das Oxidativgas abdichten.

Bei den vorstehend genannten Verfahren, bei denen das Generatorteil und das Rahmenteil zu einem Körper vereinigt werden und außerdem die Dichtung zwischen den Rahmen und den Separator gesetzt wird, konnte an der Dichtungsfläche kein ausreichendes Dichtungsvermögen gewährleistet werden, da sich der Zwischenraum zwischen dem Rahmen und dem Separator durch thermische Ausdehnung ändert, die durch die Wärme der Elektrolytmembran in dem Generatorteil hervorgerufen wird.

Darüber hinaus wird bei dem obengenannten, die Klebstoffe verwendenden Verfahren, wenn durch Stapeln einer Vielzahl von Generatoren und Separatoren ein Brennstoffzellenpaket zusammengebaut wird, die Steifheit der Brennstoffzelle beim Aufschichten von Dichtungsteilen geschwächt, wenn Klebstoffe verwendet werden. Folglich läßt sich bei dem Brennstoffzellenpaket keine ausreichende Steife bzw. Steifheit erzielen.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die vorstehend genannten Probleme zu lösen. Es soll daher eine Dichtung geschaffen werden, die dadurch, daß sie einer sich ändernden Länge einer Elektrolytmembran oder eines Separators folgt und auf diese anspricht, sicher abdichten kann. Außerdem ist es Aufgabe der Erfindung, ein Brennstoffzellenpaket zu erzielen, das eine ausreichende Steifheit aufweist, wenn eine Vielzahl von Elektrolytmembranen, Sepa-

ratoren usw. in einem aufgeschichteten Zustand gestapelt sind.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung weist eine Dichtung zumindest zwei Schichten mit unterschiedlichen Elastizitätskoeffizienten auf. Bei einem ersten Ausführungsbeispiel einer Dichtung in einer elektrochemischen Brennstoffzelle umfaßt die Dichtung eine erste Schicht und eine zweite Schicht mit unterschiedlichen Elastizitätskoeffizienten, wobei die Dichtung ein Fluid in einem Raum daran hindert auszutreten. Die Dichtung besteht beispielsweise aus Gummi, wobei die Gummihärte der härteren Schicht 60 Grad oder mehr und die der weicheren Schicht 60 Grad oder weniger beträgt.

Da die Elastizitätskoeffizienten der Schichten in der Dichtung unterschiedlich sind, kann die Dichtung angemessen auf zwei die Dichtung umschließende Elemente ansprechen, wobei die Dichtung selbst dann ausreichend abdichten kann, wenn eines der zwei Elemente seine Länge ändert oder wenn beide Elemente ihre Längen ändern. Dadurch, daß zwischen den zwei Elementen in Reihe Schichten mit unterschiedlichen Elastizitätskoeffizienten bereitgestellt sind, ergibt sich, daß in der Dichtung eine weichere Schicht und eine härtere Schicht vorhanden ist. Da in der Dichtung eine weichere Schicht vorhanden ist, kann sich diese weichere Schicht in Ansprechen auf die sich ändernde Länge des einen Elements oder der zwei Elemente elastisch verformen. Da andererseits in der Dichtung die härtere Schicht vorhanden ist, ändert die von der härteren Schicht verschiedene Schicht durch elastische Verformung die Form, wobei die andere Schicht der sich ändernden Länge folgen kann. Die härtere Schicht trägt dazu bei, daß zwischen den zwei Elementen eine höhere Steifheit erhalten wird, da die härtere Schicht einen höheren elastischen Verformungswirkungsgrad aufweist. Folglich wird die Steifheit der die Dichtung verwendenden Teile erhöht und kann die Obergrenze des Kompressionsgrads der zwei Elemente mit der Dichtung verbessert werden. Gleichzeitig wird durch die Dichtung ein hohes Abdichtungsvermögen erzielt.

Im übrigen ist auch eine Dichtung zulässig, die drei oder mehr Schichten enthält, da die vorstehend genannten Ergebnisse erzielt werden, sofern zumindest zwei Schichten mit unterschiedlichen Elastizitätskoeffizienten vorhanden sind.

Wenn die weichere Schicht mit einem der zwei Elemente verbunden wird, nachdem die härtere Schicht mit dem anderen Element verbunden wurde, nimmt die weichere Schicht (d. h. der geringere Elastizitätskoeffizient) die Oberflächenrauheit des einen der zwei Elemente auf bzw. absorbiert sie. Folglich kann das höhere Abdichtungsvermögen erreicht werden.

Das erste Ausführungsbeispiel einer elektrochemischen Brennstoffzelle ist eine elektrochemische Brennstoffzelle, die eine Elektrolytmembran, auf einer Seite der Elektrolytmembran eine erste Elektrode und auf der anderen Seite der Elektrolytmembran eine zweite Elektrode, einen die erste und zweite Elektrode in Sandwichanordnung umschließenden ersten und zweiten Separator und zwischen der Elektrolytmembran und einem der ersten und zweiten Separatoren die obengenannte Dichtung umfaßt. Die Elektrolytmembran, die zwei Elektroden und die zwei Separatoren sind in dem aufgeschichteten Zustand gestapelt. Diese elektrochemische Brennstoffzelle zeigt bezüglich des Abdichtungsvermögens ein gutes Ergebnis, wobei sich bei dem Brennstoffzellenpaket eine hohe Steifheit ergibt, da für die Dichtung die Dichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel vorgesehen ist. Die Gesamtfunktion und die Zuverlässigkeit der Brennstoffzelle können damit verbessert werden.

Bei diesem ersten Ausführungsbeispiel der Brennstoffzelle ist es auch zulässig, daß die Schicht mit einem höheren

Elastizitätskoeffizienten der Elektrolytmembran zugewandt positioniert wird und die Schicht mit einem geringeren Elastizitätskoeffizienten dem Separator zugewandt positioniert wird. Da in diesem Fall die Schicht mit dem geringeren Elastizitätskoeffizienten die Oberflächenrauheit des Separators aufnimmt, kann eine bessere Abdichtungsfunktion gewährleistet werden.

Bei dem ersten Ausführungsbeispiel der Brennstoffzelle kann die obengenannte Dichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel dafür vorgesehen sein, einen Kühlmittelweg zwischen dem ersten Separator und dem zweiten Separator abzudichten.

Aus den gleichen Gründen wie bei dem obengenannten ersten Ausführungsbeispiel der die Dichtung umfassenden Brennstoffzelle weist das erste Ausführungsbeispiel der Brennstoffzelle, das die Dichtung zur Abdichtung des Kühlmittelwegs umfaßt, ein hohes Abdichtungsvermögen und eine hohe Steifheit des Brennstoffzellenpakets in der Aufschichtungsrichtung auf. Die Funktion und die Zuverlässigkeit der Brennstoffzelle können verbessert werden.

Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel einer Dichtung in einer elektrochemischen Brennstoffzelle umfaßt die Dichtung ein Basisteil und ein Dichtungsteil. Das Basisteil weist eine erste Oberfläche, eine zweite Oberfläche und eine dritte Oberfläche auf. Die zweite und die dritte Oberfläche liegen der ersten Oberfläche gegenüber, wobei die dritte Oberfläche der ersten Oberfläche näher als die zweite Oberfläche ist. Der Dichtungsteil auf der dritten Oberfläche des Basisteils erstreckt sich jenseits einer Ebene, die durch die zweite Oberfläche des Basisteils definiert ist. Der Elastizitätskoeffizient des Basisteils ist höher als der Elastizitätskoeffizient des Dichtungsteils. Die Dichtung besteht beispielsweise aus Gummi, wobei die Gummihärte des Basisteils 60 Grad oder mehr und die Gummihärte des Dichtungsteils 60 Grad oder weniger beträgt.

Bei diesem zweiten Ausführungsbeispiel der Dichtung kann das Dichtungsteil, da das Dichtungsteil verhältnismäßig weich ist, durch elastische Verformung der Länge der die Dichtung in Sandwichanordnung umschließenden Elemente folgen, obwohl sich die Länge aufgrund von Wärmeausdehnung ändert. Wenn das Dichtungsteil mit einem der Elemente verbunden wird, nachdem das Basisteil mit dem anderen Element verbunden wurde, nimmt das den geringeren Elastizitätskoeffizienten aufweisende Dichtungsteil die Oberflächenrauheit des einen Elements auf. Folglich kann das höhere Abdichtungsvermögen erzielt werden. Da das Basisteil einen höheren elastischen Verformungswirkungsgrad aufweist, kann außerdem die Steifheit in der Druckrichtung verbessert werden. Insbesondere dann, wenn das Basis- und das Dichtungsteil derart gestaltet sind, daß das Basisteil einen Druck von den Elementen aufnimmt, wenn die Dichtung einen Druck aufnimmt, der einen vorbestimmten Wert überschreitet, kann in der Druckrichtung die höhere Steifheit erreicht werden.

Ein zweites Ausführungsbeispiel einer elektrochemischen Brennstoffzelle wird erzielt, indem die gleiche Art an Brennstoffzelle wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel für die Dichtung mit dem vorstehend genannten zweiten Ausführungsbeispiel der Dichtung versehen wird. Wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel der Brennstoffzelle wird ein hohes Abdichtungsvermögen und eine hohe Steifheit des Brennstoffzellenpakets erhalten. Dementsprechend können die Funktion und Zuverlässigkeit der Brennstoffzelle verbessert werden.

Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel der elektrochemischen Brennstoffzelle kann die Brennstoffzelle auch so gestaltet sein, daß das Basisteil einen Druck von dem Separator aufnimmt und das Dichtungsteil einen Druck von der

Elektrolytmembran und dem Basisteil aufnimmt. Durch diese Brennstoffzelle wird die hohe Steifheit des Brennstoffzellenpakets und das hohe Abdichtungsvermögen erzielt.

Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel der Brennstoffzelle kann die obengenannte Dichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Dichtung nicht nur als eine Dichtung zwischen einer Elektrolytmembran und einem Separator, sondern auch als eine Dichtung vorgesehen sein, die einen Kühlmittelweg zwischen den Separatoren abdichtet.

Bei einem dritten Ausführungsbeispiel einer Dichtung in einer elektrochemischen Brennstoffzelle umfaßt die Dichtung ein Basisteil und ein Dichtungsteil. Das Basisteil weist eine erste Oberfläche, eine zweite Oberfläche, eine dritte Oberfläche und eine vierte Oberfläche auf. Die erste Oberfläche liegt gegenüber der zweiten Oberfläche und die dritte Oberfläche gegenüber der vierten Oberfläche. Der Abstand zwischen der ersten und zweiten Oberfläche ist größer als der Abstand zwischen der dritten und vierten Oberfläche. Der Dichtungsteil auf der dritten und vierten Oberfläche erstreckt sich jenseits einer Ebene, die durch die erste und/oder die zweite Oberfläche definiert ist. Darüber hinaus ist der Elastizitätskoeffizient des Basisteils größer als der Elastizitätskoeffizient des Dichtungsteils.

Bei dieser Dichtung kann dadurch, daß das Dichtungsteil einen verhältnismäßig weichen Dichtungsteil aufweist, das Dichtungsteil durch elastische Verformung der Länge der die Dichtung in Sandwichanordnung umschließenden Elemente folgen, obwohl sich die Länge aufgrund von Wärmeausdehnung ändert. Dementsprechend kann das höhere Abdichtungsvermögen erreicht werden. Da das Basisteil einen höheren elastischen Verformungswirkungsgrad aufweist, kann darüber hinaus auf die gleiche Weise wie bei dem zweiten Ausführungsbeispiel der Dichtung die Steifheit in der Druckrichtung erhalten werden.

Ein drittes Ausführungsbeispiel einer elektrochemischen Brennstoffzelle wird erzielt, indem die gleiche Art von Brennstoffzelle wie bei dem ersten oder zweiten Ausführungsbeispiel mit dem obengenannten dritten Ausführungsbeispiel der Dichtung versehen wird. Beim Zusammenbau der Brennstoffzelle werden wie bei dem ersten oder dem zweiten Ausführungsbeispiel ein hohes Abdichtungsvermögen und eine hohe Steifheit des Brennstoffzellenpakets erhalten. Dementsprechend können die Funktion und Zuverlässigkeit der Brennstoffzelle verbessert werden.

Bei dem dritten Ausführungsbeispiel der Brennstoffzelle kann die obengenannte Dichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der Dichtung nicht nur als eine Dichtung zwischen einer Elektrolytmembran und einem Separator, sondern auch als eine Dichtung vorgesehen sein, die einen Kühlmittelweg zwischen den Separatoren abdichtet.

Bei einem vierten Ausführungsbeispiel einer Dichtung in einer elektrochemischen Brennstoffzelle weist die Dichtung eine erste Seite mit einer im wesentlichen ebenen Oberfläche und eine zweite Seite mit einem ersten Dichtungselement und einem verschiedenen zweiten Dichtungselement auf. Die Querschnittsfläche des zweiten Dichtungselements ist geringer als die Querschnittsfläche des ersten Dichtungselements. Das zweite Dichtungselement ist im Querschnitt im wesentlichen halbelliptisch. Es ist ebenfalls zulässig, daß die Querschnittform des zweiten Dichtungselements im wesentlichen halbkreisförmig, trapezförmig oder rechteckförmig ist. Es ist außerdem zulässig, daß sich das zweite Dichtungselement im wesentlichen oberhalb der durch das erste Dichtungselement definierten Ebene erstreckt.

Da bei dem vierten Ausführungsbeispiel der Dichtung die kleinere und sich erstreckende Fläche der Dichtung eine größere Spannung aufnimmt, verformt sie sich stärker und wird das Abdichtungsvermögen gewährleistet. Da die grö-

Bere Fläche der Dichtung eine geringere Spannung als die kleinere Spannung aufnimmt, ist die elastische Verformung der größeren Fläche kleiner und ist eine hohe Steifheit in Richtung des Drucks gewährleistet. Es werden damit das höhere Abdichtungsvermögen und die höhere Steifheit erzielt.

Ein viertes Ausführungsbeispiel einer Brennstoffzelle wird erzielt, indem die gleiche Art an Brennstoffzelle wie bei dem ersten, zweiten oder dritten Ausführungsbeispiel mit dem vorstehend genannten vierten Ausführungsbeispiel

Bei dem vierten Ausführungsbeispiel der Brennstoffzelle kann die obengenannte Dichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel der Dichtung als ein Dichtungsteil Anwendung finden, das einen durch die Separatoren geformten Kühlmittelweg abdichtet.

Bei dieser Brennstoffzelle wird wie bei dem ersten, zweiten oder dritten Ausführungsbeispiel ein hohes Abdichtungsvermögen und eine hohe Steifheit des Brennstoffzellenpakets erreicht. Folglich können die Funktion und Zuverlässigkeit der Brennstoffzelle verbessert werden.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Die obengenannten und weitere Aufgaben, Merkmale, Vorteile und die technische und industrielle Bedeutung dieser Erfindung ergibt sich aus der folgenden ausführlichen Beschreibung der derzeit bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung, die unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen erfolgt. Es zeigen:

Fig. 1 im Querschnitt einen Teil eines ersten Ausführungsbeispiels eines elektrochemischen Brennstoffzellenpakets 20 mit einem ersten Ausführungsbeispiel einer Dichtung 50;

Fig. 2 im Querschnitt einen Teil eines zweiten Ausführungsbeispiels eines elektrochemischen Brennstoffzellenpakets 120 mit einem zweiten Ausführungsbeispiel einer Dichtung 150;

Fig. 3 im Querschnitt ein elektrochemisches Brennstoffzellenpaket 120a als ein abgewandeltes Beispiel des zweiten Ausführungsbeispiels;

Fig. 4 im Querschnitt einen Teil eines dritten Ausführungsbeispiels eines elektrochemischen Brennstoffzellenpakets 220 mit einem dritten Ausführungsbeispiel einer Dichtung 250;

Fig. 5 eine vergrößerte Querschnittsansicht eines Basisteils 254 bei dem dritten Ausführungsbeispiel der Dichtung;

Fig. 6 im Querschnitt einen Teil eines vierten Ausführungsbeispiels eines elektrochemischen Brennstoffzellenpakets 320 mit einem vierten Ausführungsbeispiel einer Dichtung 360;

Fig. 7 eine vergrößerte Querschnittsansicht einer Dichtung 360 gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel der Dichtung;

Fig. 8 eine vergrößerte Querschnittsansicht einer abgewandelten Dichtung 360a; und

Fig. 9 eine vergrößerte Querschnittsansicht einer abgewandelten Dichtung 360b.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

In der folgenden Beschreibung und den beigefügten Zeichnungen wird die Erfindung ausführlicher anhand von bestimmten Ausführungsbeispielen beschrieben. Fig. 1 zeigt eine Querschnittsansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer elektrochemischen Brennstoffzelle mit einem ersten Ausführungsbeispiel einer Dichtung. Da es sich aus Erläuterungsgründen anbietet, wird zunächst ein elektroche-

misches Brennstoffzellenpaket 20 erläutert, während eine Dichtung 50 oder eine Dichtung 60, die in dem Brennstoffzellenpaket 20 angeordnet sind, später ausführlich mit Bezug auf das Brennstoffzellenpaket 20 erläutert werden.

Fig. 1 zeigt eine Einheitszelle in dem Brennstoffzellenpaket 20, wobei die Einheitszelle des Brennstoffzellenpakets 20 aufgebaut wird, indem eine Elektrolytmembran 22, zwei Elektroden 24, 26 und ein erster und ein zweiter Separator 30, 40 aufgeschichtet werden und indem durch die Dichtung 50 ein Weg für ein Wasserstoff enthaltendes Brennstoffgas und ein Weg für ein Sauerstoff enthaltendes Oxidativgas und durch die Dichtung 60 ein Weg für ein Kühlmittel abgedichtet werden. Nebenbei gesagt kann als Kühlmittel Wasser verwendet werden. Die zwei Elektroden, die eine Brennstoffelektrode 24 beziehungsweise Sauerstoffelektrode 26 darstellen, umschließen in Sandwichanordnung die Elektrolytmembran 22. Der erste und zweite Separator 30, 40 formen einen Kühlmittelweg 44 für das Kühlmittel. Um Raum für die Wege des Brennstoffgases oder Oxidativgases zu schaffen, ist zwischen dem ersten Separator 30 und der Dichtung 50 eine Dichtungsplatte 58 angeordnet.

Die Elektrolytmembran 22 ist eine protonenleitende Membran, die aus einem festen Polymerelektrolytmaterial wie zum Beispiel Fluorharz besteht. Die zwei Elektroden 24, 26 bestehen jeweils aus Kohlenstoffgeweben, in die auf ihrer einen Seite ein Katalysator eingearbeitet ist. Der Katalysator besteht aus Platin oder einer Platinlegierung. Die Oberfläche der Brennstoffelektrode 24, in die der Katalysator eingearbeitet ist, ist der Elektrolytmembran 22 zugewandt und berührt sie, wobei die Oberfläche der Sauerstoffelektrode 26, in die der Katalysator eingearbeitet ist, auf die gleiche Weise wie die Brennstoffelektrode 24 der Elektrolytmembran 22 zugewandt ist und sie berührt. Die Elektrolytmembran 22 und die die Elektrolytmembran 22 in Sandwichanordnung umschließenden zwei Elektroden 24, 26 sind durch ein Heißpreßverfahren zu einem Körper vereinigt. Es ist ebenfalls zulässig, sie durch andere Verfahren zu verbinden.

Der erste und zweite Separator 30, 40 bestehen aus festem und dichtem Kohlenstoff, der gasundurchlässig ist. Auf beiden Oberflächen jedes Separators 30, 40 ist eine Vielzahl von Vorsprüngen und Vertiefungen geformt. Ein derartiger Vorsprung wird dabei als Rippe 32 in dem ersten Separator 30 oder als Rippe 42 in dem zweiten Separator 40 bezeichnet. Die Rippen 32, 42 formen einen Brennstoffgasweg 34, einen Oxidativgasweg 36 oder den Kühlmittelweg 44.

Die Dichtungen 50, 60 bestehen jeweils aus ersten Lagen 52, 62 und zweiten Lagen 54, 64. Die ersten Lagen 52, 62 bestehen aus einem verhältnismäßig weichen Gummischäum. Für das Material der ersten Schichten 52, 62 wird zum Beispiel ein Silikongummischäum oder ein Butylgummischäum verwendet, deren Gummihärte kleiner gleich 60 Grad ist. Die zweiten Schichten 54, 64 bestehen aus härterem Gummi als dem Gummi, der für die ersten Schichten 52, 62 vorgesehen ist, wie zum Beispiel Silikongummi oder Butylgummi, deren Gummihärte größer gleich 60 Grad ist. Das bedeutet, daß die Elastizitätskoeffizienten des Gummis der zweiten Schichten 54, 64 größer als die der ersten Schichten 52, 62 sind.

Als nächstes wird erläutert, wie das Brennstoffzellenpaket 20 und insbesondere wie die Dichtung 50 zusammenzubauen ist. Die zweite Schicht 54 wird jeweils an einer Stelle positioniert, an der auf der Oberfläche der Elektrolytmembran 22 eine Abdichtung notwendig ist, nachdem die Elektrolytmembran 22 mit den zwei Elektroden 24, 26 verbunden wurde. Die zweiten Schichten 54 und die Elektrolytmembran 22 werden zu einem Körper vereinigt. Stellen, an denen eine Abdichtung notwendig ist, sind beispielsweise

der Rand der Elektrolytmembran 22, der Rand des Brennstoffgaswegs 34 oder der Rand des Oxidativgaswegs 36, die in der Richtung der aufgeschichteten Zellen in dem Brennstoffzellenpaket ausgeformt sind. Zur Vereinigung der zweiten Schicht 54 und der Elektrolytmembran 22 ist ein Heißpreßverfahren oder ein Klebstoffe verwendendes Verfahren zulässig. Als nächstes wird die erste Schicht 52 auf die zweite Schicht 54 gesetzt und des weiteren die Dichtungsplatte 58 und der erste oder zweite Separator 30, 40 aufgelegt.

Wenn der Kühlmittelweg 44 geformt wird, indem der erste und zweite Separator 30 und 40 aufeinandergesetzt werden, wird die zweite Schicht 64 an einer Stelle positioniert, an der auf dem ersten Separator 30 oder dem zweiten Separator 40 eine Abdichtung notwendig ist. Anschließend werden die zweite Schicht 64 und der zweite Separator 40 zu einem Körper vereinigt. Auf die gleiche Weise, wie die Dichtung 50 zusammengebaut wurde, wird die erste Schicht 62 auf die zweite Schicht 64 gesetzt und der erste Separator 30 aufgelegt.

Die erste Schicht 52 wird aufgelegt, nachdem die zweite Schicht 54 wie vorstehend erwähnt mit der Elektrolytmembran 22 oder dem zweiten Separator 40 verbunden wurde, damit durch Aufnahme der Oberflächenrauheit des ersten oder zweiten Separators 30, 40 durch die erste Schicht 52 mit ihrer geringeren Gummihärte das Abdichtungsvermögen erhöht wird, da die Oberflächenrauheit zu einer Senkung des Abdichtungsvermögens führen könnte. Ein weiterer Zweck der zweiten Schicht 52 ist, elastisch anzusprechen und der sich durch die ändernde Temperatur ändernden Länge der Elektrolytmembran 22 zu folgen. Darüber hinaus wird die die höhere Gummihärte aufweisende zweite Schicht 54 dazu verwendet, die Steifheit des Brennstoffzellenpakets 20 in Richtung der Aufschichtung jeder Einheitszelle zu erhöhen. Indem die Dichtung 50 oder 60 bereitgestellt wird, die zwei Lagen mit unterschiedlichen Elastizitätskoeffizienten umfaßt, absorbiert die weiche Lage (d. h. die zweite Schicht 52 oder 62) die Oberflächenrauheit eines Dichtungselements und spricht auf die sich ändernde Länge der Elektrolytmembran 22 oder des Separators 30, 40 an, wobei die härtere Schicht (d. h. die zweite Schicht 54 oder 64) eine elastische Verformung des Brennstoffzellenpakets 20 einschränkt und die höhere Steifheit des Brennstoffzellenpakets 20 erhalten wird.

Das wie vorstehend zusammengebaute und gestaltete Brennstoffzellenpaket 20 wird in Richtung der Aufschichtung einer Vielzahl der Einheitszellen unter einem vorbestimmten Druck zusammengedrückt. Der Druck verringert einen elektrischen Kontaktwiderstand zwischen der Elektrode 24 oder 26 und dem Separator 30 oder 40 und erhöht das Abdichtungsvermögen der Dichtung 50 oder 60 durch Erhöhen des Drucks auf der Oberfläche der Dichtung 50 oder 60.

Wie vorstehend erwähnt ist, kann dadurch, daß das Brennstoffzellenpaket 20 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel die die zwei Lagen mit unterschiedlichen Elastizitätskoeffizienten umfassende Dichtung 50 aufweist, die Oberflächenrauheit des ersten Separators 30 oder des zweiten Separators 40 aufgenommen werden, die das Abdichtungsvermögen verringern könnte, und kann der sich ändernden Länge der Elektrolytmembran 22 usw. gefolgt werden, die durch eine sich ändernde Temperatur hervorgerufen wird. Demzufolge kann das hohe Abdichtungsvermögen erreicht werden. Da bei den Dichtungen 50, 60 außerdem die härteren Schichten (die zweiten Schichten 54, 64) vorgesehen ist, wird in der Aufschichtungsrichtung der Einheitszellen die hohe Steifheit des Brennstoffzellenpakets 20 erreicht. Die Gesamtfunktion der Brennstoffzelle 20 wird

durch diese Vorteile der Dichtungen 50, 60 verbessert.

Im übrigen ist die Dichtung 50 nicht darauf beschränkt, wie vorstehend angegeben aus zwei Schichten mit unterschiedlichen Elastizitätskoeffizienten zu bestehen, sondern kann auch aus drei oder mehr Schichten bestehen. Außerdem ist eine Dichtung zulässig, bei der sich der Elastizitätskoeffizient des Materials fortlaufend von einer Oberfläche zu der anderen Oberfläche der Dichtung ändert. Bei der aus drei oder mehr Schichten bestehenden Dichtung ist es nicht nur zulässig, daß die weichere Schicht mit dem Separator 30, 40 usw. in Kontakt gebracht wird, sondern es ist auch zulässig, daß die weichere Schicht nicht mit ihnen in Kontakt gebracht wird. Zum Beispiel läßt sich die weichere Schicht zwischen zwei härteren Schichten einfügen. Wenn diese Art von Brennstoffzellenpaket zusammengebaut wird, wird die weichere Schicht, nachdem die Elektrolytmembran 22 mit einer härteren Schicht und die Separatoren 30, 40 mit einer weiteren härteren Schicht vereinigt wurden, positioniert und verbunden.

Die Dichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel besteht aus der ersten Schicht 52 und der zweiten Schicht 54, wobei jede eine vollständig aufgeschichtete Schicht darstellt. Es ist außerdem zulässig, daß die härtere Schicht 52 ein Material einer weicheren Schicht enthält. Obwohl es vom Gesichtspunkt der Aufnahme bzw. Absorption der Oberflächenrauheit des Separators usw. wünschenswert ist, daß die weichere Schicht eine vollständig aufgeschichtete Schicht darstellt, ist es nicht notwendig, daß die härtere Schicht eine vollständig aufgeschichtete Schicht ist. Darüber hinaus ist es nicht notwendig, daß die weichere Schicht eine vollständig aufgeschichtete Schicht ist und stellt es kein Problem dar, wenn ein Teil der weicheren Schicht ein noch weicherer Material ist oder wenn ein kleiner Teil der weicheren Schicht aus einem härteren Material besteht.

Als nächstes werden anhand einer Dichtung 150 und eines die Dichtung 150 umfassenden Brennstoffzellenpakets 120 anhand von Fig. 2 die zweiten Ausführungsbeispiele der Dichtung und der Brennstoffzelle erläutert. Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht des die Dichtung 150 umfassenden Brennstoffzellenpakets 120.

Genauso wie das Brennstoffzellenpaket 20 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel umfaßt das Brennstoffzellenpaket 120 eine Elektrolytmembran 122, eine Brennstoffelektrode 124, eine Sauerstoffelektrode 126, einen ersten Separator 130, einen zweiten Separator 140 und Dichtungen 150, 160. Die Elektrolytmembran 122 und die zwei Elektroden 124, 126 sind jeweils die gleichen wie die obengenannte Elektrolytmembran 22 und die Elektroden 24, 26. Die Separatoren 130, 140 stellen Wände für eine Einheitszelle dar, und indem sie die Elektrode 124 oder 126 in Sandwichanordnung umschließen, formen der erste oder zweite Separator 130, 140 und die Elektrolytmembran 122 einen Brennstoffgasweg 134 oder einen Oxidativgasweg 136. Auf die gleiche Weise formen der erste und zweite Separator 130, 140 einen Kühlmittelweg 144. Die Dichtung 150 dichtet den Brennstoffgasweg 134 oder den Oxidativgasweg 136 ab, und die Dichtung 160 dichtet den Kühlmittelgasweg 144 ab. Bei diesen zweiten Ausführungsbeispielen wurde auf die Erläuterung der gleichen Teile wie bei den ersten Ausführungsbeispielen verzichtet.

Der Separator 130 besteht aus einem Metall wie etwa Aluminium, rostfreiem Stahl, einer Nickellegierung usw. Auf dem Separator 130 ist eine Vielzahl von Vorsprüngen und Vertiefungen geformt, wobei die Vorsprünge als Rippen 132 bezeichnet werden. Die Rippen 132 bilden Wege 134 für das Brennstoffgas oder Wege 136 für das Oxidativgas, und die Rippen 132 bilden Wege 144 für ein Kühlmittel. Mit der Oberfläche des dem Weg 134 oder 136 zugewandten Se-

parators 130 ist durch Druck ein stark elektrisch leitender Sitz (z. B. mit Kohlenstoff durchdrungener Harzsitz) verbunden, um zu verhindern, daß die Oberfläche des Separators 130 rostet (nicht in Fig. 2 gezeigt). Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel sind, wie in Fig. 2 gezeigt ist, der erste und zweite Separator 130, 140 aufeinandergelegt, wobei sich die jeweilige Oberfläche in ebener Symmetrie berührt. Ein weiches Metall mit einer hohen elektrischen Leitfähigkeit (z. B. Zinn, Nickel usw.) ist auf die Berührungsflächen des ersten und zweiten Separators 130, 140 aufgebracht, um den elektrischen Widerstand zwischen den Gegenflächen des ersten und zweiten Separators 130, 140 zu verringern.

Die Dichtungen 150, 160 bestehen jeweils aus Dichtungsteilen 152, 162, die aus einem verhältnismäßig weichen Gummischaum (mit geringem Elastizitätskoeffizienten) hergestellt sind (wie etwa aus Silikongummi, Butylgummi oder dergleichen mit einer Gummihärte von 60 Grad oder weniger), und aus Basisteilen 154, 164, die aus einem verhältnismäßig harten Gummi (mit hohem Elastizitätskoeffizienten) hergestellt sind (wie etwa aus Silikongummi, Butylgummi oder dergleichen mit einer Gummihärte von 60 Grad oder weniger). Es ist zulässig, daß die Dichtungsteile 152, 162 Formen mit halbelliptischem Querschnitt aufweisen.

Eine erste Oberfläche 159 liegt einer zweiten Oberfläche 156 und einer dritten Oberfläche 158 gegenüber und ist parallel dazu. Die dritte Oberfläche 158 ist näher an der ersten Oberfläche 159 als die zweite Oberfläche 156. In dem Basisteil 154 ist dann eine Dichtungsaussparung 155 geformt. Das Dichtungsteil 152 ist in der Dichtungsaussparung 155 angeordnet. Ein Teil zwischen der zweiten Oberfläche 156 und der ersten Oberfläche 159 in dem Basisteil 154 gewährleistet die Steifheit in der Aufsichtungsrichtung gegenüber übermäßigem Druck, wobei bei dem Basisteil 154 außerdem ein sich erstreckendes Element 157 vorgesehen ist, um den Elektrolyt 124 oder 126 zu tragen. Die Tiefe der Dichtungsaussparung 155 ist ein bißchen geringer als die Dicke des Dichtungsteils 152.

Auf die gleiche Weise wie bei der Dichtungsaussparung 155 ist in der Oberfläche des Basisteils 154 durch Ausformung einer dritten Oberfläche 168 eine Dichtungsaussparung 165 geformt. Es ist jedoch nicht das gleiche sich erstreckende Element wie das sich erstreckende Element 157 vorgesehen, da nicht die Elektroden 124 oder 126 getragen werden müssen. Die Tiefe der Dichtungsaussparung 165 ist im wesentlichen die gleiche wie die Dicke des Dichtungsteils 162, vorausgesetzt daß es durch einen vorbestimmten Druck zusammengedrückt wird.

Zunächst werden die Basisteile 154, 164 an einer vorbestimmten Position der Separatoren 130, 140 durch Klebstoffe oder dergleichen in einen engen Kontakt gebracht und die Dichtungsteile 152, 162 in die Dichtungsaussparungen 155, 165 an den Basisteilen 154, 164 eingesetzt. Nachdem eine Vielzahl der Separatoren 130, 140 und eine Vielzahl der durch die Sätze der zwei Elektroden 124, 126 verbundenen Elektrolytmembranen 122 aufgeschichtet wurden, wird auf das zusammengebaute Brennstoffzellenpaket 120 ein vorbestimmter Druck aufgebracht.

Bei Aufbringung des vorbestimmten Drucks wird das Dichtungsteil 152 oder 162 elastisch verformt und die Elektrolytmembran 122 und das Basisteil 154 oder 164 in engen Kontakt gebracht. Dementsprechend sind die Kontaktelemente mit hoher Zuverlässigkeit abgedichtet, wobei das Dichtungsteil 152 oder 162 aufgrund der elastischen Verformung der sich ändernden Länge der einer sich ändernden Temperatur unterliegenden Elektrolytmembran 122 folgt und darauf anspricht. Wenn der vorbestimmte Druck in der Aufsichtungsrichtung des Brennstoffzellenpakets 120 anliegt, steht darüber hinaus das härtere Basisteil 154, das ei-

nen größeren Elastizitätskoeffizienten als der Koeffizient des Dichtungsteils 152 aufweist, mit der Elektrolytmembran 122 in Kontakt. Folglich wird in der Aufsichtungsrichtung die Steifheit des Brennstoffzellenpakets 120 erzielt, das das Basisteil 154 den Druck aufnimmt.

Wie vorstehend erwähnt ist, ist dadurch, daß die Dichtungen 150, 160 bei dem Brennstoffzellenpaket 120 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel jeweils aus den verhältnismäßig weichen Dichtungsteilen 152, 162 und den verhältnismäßig harten Basisteilen 154, 164 bestehen, das hohe Abdichtungsvermögen gewährleistet und können die Dichtungen 150, 160 auf die sich ändernde Länge der Elektrolytmembran 122 usw. ansprechen, die durch die sich ändernde Temperatur hervorgerufen wird. Darüber hinaus wird in der Aufsichtungsrichtung die hohe Steifheit des Brennstoffzellenpakets 120 erhalten. Daher kann die Gesamtfunktion der Brennstoffzelle dank der Dichtungen 150, 160 aufgrund der obengenannten Vorteile verbessert werden.

Bei dem Brennstoffzellenpaket 120 bestehen die Dichtungen 150, 160 aus den Dichtungsteilen 152, 162 und den Basisteilen 154, 164. Es ist jedoch auch zulässig, daß eine Dichtung 150a wie bei dem in Fig. 3 dargestellten abgewandelten Ausführungsbeispiel (Brennstoffzellenpaket 120a) aus einem Basisteil 154a und zwei Dichtungsteilen 152a besteht. Bei diesem Brennstoffzellenpaket 120a ist das Basisteil 154a, das in der Ebene symmetrisch ist und die Endteile der zwei Separatoren 130, 140 umhüllt, eng aufeinandergelegt und sind an den gegenüberliegenden Elementen des Basisteils 154a zwei Dichtungsaussparungen 155a geformt. Die zwei Dichtungsteile 152a sind jeweils in den zwei Dichtungsaussparungen 155a angeordnet. Da der Endteil der Separatoren 130, 140 wie in Fig. 3 gezeigt bedeckt ist, kann ein Rosten der Separatoren 130, 140 verhindert werden.

Als nächstes werden als das dritte Ausführungsbeispiel der Erfindung Dichtungen 250, 260 und ein die Dichtungen 250, 260 umfassendes Brennstoffzellenpaket 220 erläutert.

Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht des die Dichtungen 250, 260 aufweisenden Brennstoffzellenpakets 220.

Das Brennstoffzellenpaket 220 gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel weist mit Ausnahme der Dichtungen 250 und 260 den gleichen Aufbau wie das Brennstoffzellenpaket 20 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel auf. Bei diesem Brennstoffzellenpaket 220 ist die Erläuterung der gleichen Teile wie bei dem Brennstoffzellenpaket 20 daher weggelassen. Im übrigen ist die zu jedem Teil des Brennstoffzellenpakets 220 zugeordnete Zahl um 100 größer als die Zahl des jeweiligen Teils des Brennstoffzellenpakets 20. Die Dichtungen 250, 260 bestehen jeweils aus Dichtungsteilen 252, 262 und Basisteilen 254, 264. Die Dichtungsteile 252, 262 bestehen aus dem gleichen Material wie die in dem zweiten Ausführungsbeispiel gezeigten Dichtungsteile 152, 162, und die Basisteile 254, 264 bestehen aus dem gleichen Material wie die in dem zweiten Ausführungsbeispiel gezeigten Basisteile 154, 164. Das ein sich erstreckendes Teil 257 umfassende Basisteil 254 weist eine erste Oberfläche 256 und eine zweite Oberfläche 259 auf. Das sich erstreckende Teil 257 trägt eine Elektrode 224, 226. Das Basisteil 254 weist außerdem ein Dichtungsloch 255 auf, in dem die Dichtung 252 bereitgestellt ist.

Gemäß Fig. 5 umfaßt das Dichtungsloch 255 einen ersten Dichtungsraum 255a, der einem ersten Separator 230 oder einem zweiten Separator 240 zugewandt ist, einen zweiten Dichtungsraum 255b, der der Elektrolytmembran 222 zugewandt ist, und ein Bodenloch 255c. Ein Abstand zwischen einer dritten Oberfläche 255d, die den Boden des ersten Dichtungsraums 255a darstellt, und einer vierten Oberfläche 255e, die den Boden des zweiten Dichtungsraums 255b darstellt, ist kürzer als der Abstand zwischen der ersten und



zweiten Oberfläche 256, 259. Zwischen den Dichtungsräumen 255a und 255b ist eine Vielzahl der Bodenlöcher 255c regelmäßig angeordnet und verbindet diese. Auf die gleiche Weise wie bei dem Basisteil 254 ist in dem Basisteil 264 ein Dichtungsloch 265 vorgesehen und, wie in Fig. 4 dargestellt ist, eine erste Oberfläche 266 und eine zweite Oberfläche 269 vorhanden. Da jedoch nicht die Elektroden 224, 226 getragen werden müssen, ist bei dem Basisteil 264 nicht das gleiche Teil wie das sich erstreckende Teil 257 geformt. Der Abstand zwischen der ersten Oberfläche 256 und der zweiten Oberfläche 259 ist im wesentlichen der gleiche wie die Dicke des Dichtungsteils 252, das durch einen vorbestimmten Druck zusammengedrückt wird. Auf die gleiche Weise ist der Abstand zwischen der ersten Oberfläche 266 und der zweiten Oberfläche 269 im wesentlichen der gleiche wie die Dicke des Dichtungsteils 226, das durch einen vorbestimmten Druck zusammengedrückt wird. Dementsprechend nehmen die erste und zweite Oberfläche 256 (oder 266) und 259 (oder 269) den meisten Druck auf, wenn an der Dichtung 250 (oder 260) ein übermäßiger Druck anliegt, der höher als der vorbestimmte Wert ist. Da die Basisteile 254, 264 aus einem Material mit einem verhältnismäßig hohen Elastizitätskoeffizienten bestehen, kann das Brennstoffzellenpaket 220 in der Aufsichtungsrichtung eine höhere Steifheit aufweisen.

Um das Brennstoffzellenpaket 220 zusammenzubauen, wird das Basisteil 254 zunächst durch Klebstoffe oder dergleichen eng mit einer vorbestimmten Stelle an dem ersten Separator 230 oder einem zweiten Separator 240 verbunden. Als nächstes wird das Dichtungsteil 252 in das Dichtungsloch 255 in dem Basisteil 254 eingefügt, wobei die zwei Separatoren 230, 240 mit Dichtungen 250 und zwei mit der Elektrolytmembran 222 verbundene Elektroden 224, 225 zu einer Einheitszelle zusammengelegt werden. Eine Vielzahl derartiger Einheitszellen werden gestapelt und zu dem Brennstoffzellenpaket 220 zusammengebaut. Durch Druck wird ein Dichtungsmaterial in die Dichtungsräume 255a und 255b eingebracht, so daß die Dichtung 250 ausreichend und eng mit den Separatoren 230, 240 oder der Elektrolytmembran 222 verbunden wird. Das Dichtungsmaterial wird kontinuierlich von dem zweiten Dichtungsraum 255b aus durch das Bodenloch 255c hindurch in den ersten Dichtungsraum 255a eingebracht. Da die Art, wie der erste und zweite Separator 230, 240 zusammengebaut werden, um durch Einfügen der Dichtung 260 einen Kühlmittelweg 244 zu formen, die gleiche ist wie bei dem obengenannten Einfügen der Dichtung 250, wird auf deren Erläuterung verzichtet. Nach dem Zusammenbau der Einheitszellen wird in der Aufsichtungsrichtung der Einheitszellen ein vorbestimmter Druck aufgebracht und das Brennstoffzellenpaket 220 schließlich vervollständigt.

Den Dichtungsteilen 252 und 262 ist der vorbestimmte Druck gegeben und sie sind eng mit den Separatoren 230, 240 und der Elektrolytmembran 222 verbunden. Folglich dichten die Dichtungen 250, 260 zwischen den Oberflächen mit hoher Zuverlässigkeit ab und sprechen aufgrund der elastischen Verformung auf die sich ändernde Länge der Elektrolytmembran 222 an, die durch die sich ändernde Temperatur bewirkt wird, und folgen ihr.

Bei dem obengenannten Brennstoffzellenpaket 220 wird dadurch, daß die Dichtungen 250, 260 bereitgestellt werden, die die einen niedrigeren Elastizitätskoeffizienten aufweisenden Dichtungsteile 252, 262 und die einen höheren Elastizitätskoeffizienten aufweisenden Basisteile 254, 264 umfassen, nicht nur das höhere Abdichtungsvermögen erhalten, sondern sprechen die Dichtungen 250, 260 auch auf die sich durch die Wirkung der sich ändernden Temperatur ändernde Länge der Elektrolytmembran 222 usw. an und folgen ihr.

Darüber hinaus wird in der Aufsichtungsrichtung die hohe Steifheit des Brennstoffzellenpakets gewährleistet. Aufgrund dieser Vorteile der Dichtungen 250, 260 kann die Gesamtfunktion der Brennstoffzelle verbessert werden.

Bei dem Brennstoffzellenpaket 220 ist ein Bodenloch 255c geformt, jedoch ist es auch zulässig, daß zwischen der dritten und vierten Oberfläche 255d, 255e kein Bodenloch vorliegt. In diesem Fall ist es notwendig, daß das Dichtungsteil 252 in beide Dichtungsräume 255a, 255b getrennt eingefügt wird.

Bei dem Brennstoffzellenpaket 220 sind die Dichtungslöcher 255, 265 in den Basisteilen 254, 264 geformt und sind die Dichtungsteile 252, 262 in die Dichtungslöcher 255, 265 eingefügt. Darüber hinaus ist es auch zulässig, daß sich ein Basisteil oder ein Dichtungsteil parallel zueinander befinden und sie jeweils einen Druck von einem Separator und einer Elektrolytmembran oder von zwei Separatoren aufnehmen. In diesem Fall wird das höhere Abdichtungsvermögen erhalten, wenn sich das Dichtungsteil an einer Innenseite des Basisteils (d. h. in Fig. 4 nahe der Elektrode) befindet.

Als nächstes werden als viertes Ausführungsbeispiel Dichtungen 350, 360 und ein die Dichtungen 350, 360 umfassendes Brennstoffzellenpaket 320 erläutert. Fig. 6 ist eine Querschnittsansicht des die Dichtungen 350, 360 umfassenden Brennstoffzellenpakets 320.

Was das Brennstoffzellenpaket 320 als das vierte Ausführungsbeispiel betrifft, hat es den gleichen Aufbau wie das Brennstoffzellenpaket 120 (das zweite Ausführungsbeispiel). Es wird daher darauf verzichtet, bei dem Brennstoffzellenpaket 320 die gleichen Teile wie bei dem Brennstoffzellenpaket 120 zu erläutern. Im übrigen sind die den Teilen des Brennstoffzellenpakets 320 zugehörigen Zahlen gegenüber den Zahlen der Teile des Brennstoffzellenpakets 120 um 200 erhöht.

Eine in dem Brennstoffzellenpaket 320 angeordnete Dichtung 350 besteht aus Schichten 354, 356, die das gleiche Material wie das Basisteil 154 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel aufweisen, und einer Dichtungsschicht 352, die aus Gummi- bzw. Kautschukklebstoff (aus z. B. durch Kombination von Silikon- und Epoxyharz erhaltenen Klebstoffen) bestehen. Der Elastizitätskoeffizient der Dichtungsschicht 350 ist geringer als der Elastizitätskoeffizient der Schichten 354 und 356, nachdem das Brennstoffzellenpaket 320 zusammengestapelt ist. Die Dichtung 350 besteht aus einer Dichtungsschicht 352, die einen verhältnismäßig geringen Elastizitätskoeffizienten aufweist, und den Schichten 354, 356, die einen höheren Elastizitätskoeffizienten als die Dichtungsschicht 352 aufweisen. Obwohl die Anordnung der weichen und harten Schichten gegenüber der Dichtung 50 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel unterschiedlich ist, kann die Dichtung 350 als ein abgewandeltes Beispiel angesehen werden. Es können die gleichen Vorteile erhalten werden, wie sie bei dem ersten Ausführungsbeispiel erwähnt sind.

Eine Dichtung 360 besteht aus einem verhältnismäßig harten Gummi (d. h. einem Gummi mit einem verhältnismäßig hohen Elastizitätskoeffizienten), wie z. B. Silikon-gummi oder Butylgummi, wobei die Gummihärte 60 Grad oder mehr beträgt. Eine erste Seite der Dichtung 360 weist eine im wesentlichen ebene Oberfläche 366 und eine zweite Seite der Dichtung 360 ein erstes Dichtungselement 364 und ein zweites verschiedenes Dichtungselement 362 auf. Die Querschnittsfläche des zweiten Dichtungselements 362 ist geringer als die Querschnittsfläche des ersten Dichtungselements 364, und das zweite Dichtungselement 362 ist im Querschnitt im wesentlichen halb elliptisch. Die ebene Oberfläche 366 und das erste Dichtungselement 364 nehmen einen Druck auf und tragen in der Aufsichtungsrichtung der

Einheitszellen zu einer hohen Steifheit des Brennstoffzellenpakets 320 bei. Wie in der vergrößerten Querschnittansicht in Fig. 7 dargestellt ist, erstreckt sich das zweite Dichtungselement 362 um  $\Delta h$  oberhalb der durch das erste Dichtungselement 364 definierten Ebene. Dabei ist der Erstreckungswert  $\Delta h$  unter Berücksichtigung des Änderungswerts durch die elastische Verformung der Dichtung 360 und unter Berücksichtigung eines auf die Dichtung 360 aufgetragenen Drucks, des Materials der Dichtung 360, der Form des zweiten Dichtungselements 362 usw. bestimmt. Wenn ein vorbestimmter Druck aufgebracht wird, dichtet das zweite Dichtungselement 362 mit hoher Zuverlässigkeit ab. Da die ebene Oberfläche 366 den meisten überschüssigen Druck in das erste Dichtungselement 364 aufnimmt, ist die hohe Steifheit des Brennstoffzellenpakets in der Aufschichtungsrichtung gewährleistet, wenn mehr als der vorbestimmte Druck aufgebracht wird.

Bei dem Brennstoffzellenpaket 320 gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel wird dadurch, daß eine Dichtung vorgesehen ist, die ein sich über ein anderes Element erstreckendes Dichtungselement und eine ebene Oberfläche umfaßt, und das Dichtungselement eine kleinere Fläche als das andere Dichtungselement aufweist, nicht nur ein hohes Abdichtungsvermögen gewährleistet, sondern auch in der Stapelrichtung eine hohe Steifheit des Brennstoffzellenpakets 320 erhalten.

Bei der Dichtung 320 ist das erste Dichtungselement 364, wie in Fig. 7 gezeigt ist, in zwei Teile unterteilt, wobei jedoch, wie in Fig. 8 dargestellt ist, auch ein erstes Dichtungselement 364a zulässig ist, das nicht unterteilt ist.

Was des weiteren die Form der Dichtung 360 betrifft, ist die Form des zweiten Dichtungselements 362 in der Querschnittansicht halb elliptisch. Jedoch ist auch eine andere Form des zweiten Dichtungselements 362 zulässig, wie beispielsweise eine Halbkreisform. In Fig. 9 ist ein Beispiel einer Dichtung 360b gezeigt, die ein zweites Dichtungselement 362b mit Trapezform aufweist. Im übrigen erstreckt sich bei der Dichtung 360 das zweite Dichtungselement 362 oberhalb des ersten Dichtungselements 364, jedoch ist es auch zulässig, daß sich das zweite Element 362 nicht oberhalb des ersten Dichtungselements 364 erstreckt, d. h. daß sich beide Elemente auf einer gleichen Ebene befinden. In diesem Fall sind die Vorteile eingeschränkt, doch ist die Dichtung immer noch wirksam.

Bei dem Brennstoffzellenpaket 320 ist die Dichtung 360 zwischen den Separatoren 330 zur Formung des Kühlmittelwegs 344 bereitgestellt, jedoch kann diese Art der Dichtung 320 auch anstelle der Dichtungsschichten 352 und der Schichten 354, 356 zwischen Separatoren 330 bereitgestellt sein, um die Elektrolytmembran 320 und die Elektrode 324 oder 326 in Sandwichanordnung zu umschließen.

Darüber hinaus sind im Rahmen der beigefügten Ansprüche weitere Ausführungsbeispiele denkbar.

#### Patentansprüche

1. Dichtung (50, 60) in einer elektrochemischen Brennstoffzelle (20) zur Verhinderung eines Austritts von Fluid in einem Raum, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung (50, 60) eine erste Schicht (52, 62) und eine zweite Schicht (54, 64) mit unterschiedlichen Elastizitätskoeffizienten aufweist.
2. Dichtung (50, 60) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung (50, 60) eine dritte Schicht umfaßt und die erste, zweite und dritte Schicht von einem höheren zu einem niedrigeren Elastizitätskoeffizienten hin angeordnet sind.
3. Dichtung (50, 60) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch

gekennzeichnet, daß die Schichten (52, 62, 54, 64) aus Gummi bestehen.

4. Dichtung (50, 60) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Gummihärte einer Schicht mit höherem Elastizitätskoeffizienten größer gleich 60 Grad und die Gummihärte einer Schicht mit geringerem Elastizitätskoeffizienten kleiner gleich 60 Grad ist.

5. Dichtung (50, 60) in einer elektrochemischen Brennstoffzelle (20) zur Verhinderung eines Austritts von Fluid in einem Raum, dadurch gekennzeichnet, daß der Elastizitätskoeffizient von einer Seite der Dichtung (50, 60) zu der anderen Seite der Dichtung (50, 60) fortlaufend zunimmt.

6. Elektrochemische Brennstoffzelle (20) mit einer Elektrolytmembran (22), einer ersten Elektrode (24) auf einer Seite der Elektrolytmembran (22) und einer zweiten Elektrode (26) auf einer anderen Seite der Elektrolytmembran (22) und einem ersten Separator (30) und einem zweiten Separator (40), die die erste und zweite Elektrode (24, 26) in Sandwichanordnung umschließen, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der ersten Elektrolytmembran (22) und einem der ersten und zweiten Separatoren (30, 40) eine Dichtung (50) gemäß einem der Ansprüche 1, 2 oder 5 bereitgestellt ist.

7. Elektrochemische Brennstoffzelle (20) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Elastizitätskoeffizient einer der Elektrolytmembran (22) zugewandten Schicht (54) der Dichtung (50) höher als der Elastizitätskoeffizient einer dem Separator (30, 40) zugewandten Schicht (52) der Dichtung (50) ist.

8. Elektrochemische Brennstoffzelle (20) mit einem ersten Separator (30) und einem zweiten Separator (40) und einem Kühlmittelweg (44) zwischen dem ersten und zweiten Separator (30, 40), wobei in dem Kühlmittelweg (44) Kühlmittel strömt, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem ersten und zweiten Separator (30, 40) eine Dichtung (60) gemäß einem der Ansprüche 1, 2 oder 5 bereitgestellt ist.

9. Dichtung (150, 160) in einer elektrochemischen Brennstoffzelle (120) zur Verhinderung eines Austritts von Fluid in einem Raum, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung (150, 160) ein Basisteil (154, 164), das eine erste Oberfläche (159, 169), eine zweite Oberfläche (156, 166) und eine dritte Oberfläche (158, 168) aufweist, wobei die zweite und dritte Oberfläche (156, 166, 158, 168) der ersten Oberfläche (159, 169) gegenüberliegen und die dritte Oberfläche (158, 168) näher an der ersten Oberfläche (159, 169) als die zweite Oberfläche (156, 166) ist, und auf der dritten Oberfläche (158, 168) des Basisteils (154, 164) ein Dichtungsteil (152, 162) umfaßt, das sich jenseits einer durch die zweite Oberfläche (156, 166) des Basisteils (154, 164) definierten Ebene erstreckt und der Elastizitätskoeffizient des Basisteils (154, 164) höher als der Elastizitätskoeffizient des Dichtungsteils (152, 162) ist.

10. Dichtung (150, 160) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Basisteil (154, 164) und das Dichtungsteil (152, 162) aus Gummi bestehen.

11. Dichtung (150, 160) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Gummihärte des Basisteils (154, 164) größer gleich 60 Grad und die Gummihärte des Dichtungsteils (152, 162) kleiner gleich 60 Grad ist.

12. Elektrochemische Brennstoffzelle (120) mit einer Elektrolytmembran (122), einer ersten Elektrode (124) auf einer Seite der Elektrolytmembran (122) und einer



zweiten Elektrode (126) auf einer anderen Seite der Elektrolytmembran (122) und einem ersten Separator (130) und einem zweiten Separator (140), die die erste und zweite Elektrode (124, 126) in Sandwichanordnung umschließen, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Elektrolytmembran (122) und einem der ersten und zweiten Separatoren (130, 140) eine Dichtung (150) gemäß Anspruch 9 bereitgestellt ist.

13. Elektrochemische Brennstoffzelle (120) mit einer Elektrolytmembran (122), einer ersten Elektrode (124) auf einer Seite der Elektrolytmembran (122) und einer zweiten Elektrode (126) auf einer anderen Seite der Elektrolytmembran (122) und einem ersten Separator (130) und einem zweiten Separator (140), die die erste und zweite Elektrode (124, 126) in Sandwichanordnung umschließen, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Elektrolytmembran (122) und einem der ersten und zweiten Separatoren (130, 140) eine Dichtung (160) gemäß Anspruch 9 bereitgestellt ist, wobei die erste Oberfläche (159) des Basisteils (154) zumindest einem der Separatoren (130, 140) zugewandt ist und das Dichtungsteil (152), das sich jenseits der durch die zweite Oberfläche (156) des Basisteils (154) definierten Ebene erstreckt, der Elektrolytmembran (122) zugewandt ist.

14. Elektrochemische Brennstoffzelle (120) mit einem ersten Separator (130) und einem zweiten Separator (140) und einem Kühlmittelweg (144) zwischen dem ersten und zweiten Separator (130, 140), wobei in dem Kühlmittelweg (144) Kühlmittel strömt, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem ersten und zweiten Separator (130, 140) eine Dichtung (160) gemäß Anspruch 9 bereitgestellt ist.

15. Dichtung (250, 260) in einer elektrochemischen Brennstoffzelle (220) zur Verhinderung eines Austritts von Fluid in einem Raum, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung (250, 260) ein Basisteil (254, 264), das eine erste Oberfläche (256, 266), eine zweite Oberfläche (259, 269), eine dritte Oberfläche (255d, 265d) und eine vierte Oberfläche (255e, 265e) aufweist, wobei die erste Oberfläche (256, 266) der zweiten Oberfläche (259, 269) gegenüberliegt, die dritte Oberfläche (255d, 265d) der vierten Oberfläche (255e, 265e) gegenüberliegt und der Abstand zwischen der ersten und zweiten Oberfläche (256, 266, 259, 269) größer als der Abstand zwischen der dritten und vierten Oberfläche (255d, 265d, 255e, 265e) ist, und auf der dritten und vierten Oberfläche (255d, 265d, 255e, 265e) ein Dichtungsteil (252, 262) umfaßt, das sich jenseits einer durch die erste Oberfläche und/oder die zweite Oberfläche (256, 266, 259, 269) definierten Ebene erstreckt und der Elastizitätskoeffizient des Basisteils (254, 264) höher als der Elastizitätskoeffizient des Dichtungsteils (252, 262) ist.

16. Elektrochemische Brennstoffzelle (220) mit einer Elektrolytmembran (222), einer ersten Elektrode (224) auf einer Seite der Elektrolytmembran (222) und einer zweiten Elektrode (226) auf einer anderen Seite der Elektrolytmembran (222) und einem ersten Separator (230) und einem zweiten Separator (240), die die erste und zweite Elektrode (224, 226) in Sandwichanordnung umschließen, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Elektrolytmembran (222) und einem der ersten und zweiten Separatoren (230, 240) eine Dichtung (250) gemäß Anspruch 15 bereitgestellt ist.

17. Elektrochemische Brennstoffzelle (220) mit einem ersten Separator (230) und einem zweiten Separator (240) und einem Kühlmittelweg (244) zwischen dem

ersten und zweiten Separator (230, 240), wobei in dem Kühlmittelweg (244) Kühlmittel strömt, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem ersten und zweiten Separator (230, 240) eine Dichtung (160) gemäß Anspruch 15 bereitgestellt ist.

18. Dichtung (360) in einer elektrochemischen Brennstoffzelle (320) zur Verhinderung eines Austritts von Fluid in einem Raum, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung (360) eine erste Seite mit einer im wesentlichen ebenen Oberfläche und eine zweite Seite mit einem ersten Dichtungselement (364) und einem zweiten verschiedenen Dichtungselement (362) umfaßt, wobei die Querschnittsfläche des zweiten Dichtungselements (362) geringer als die Querschnittsfläche des ersten Dichtungselements (364) ist.

19. Dichtung (360) nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Dichtungselement (362) im Querschnitt im wesentlichen halbelliptisch oder halbkreisförmig ist.

20. Dichtung (360) nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Dichtungselement (362) im Querschnitt im wesentlichen trapezförmig oder rechteckförmig ist.

21. Dichtung (360) nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß sich das zweite Dichtungselement (362) oberhalb der durch das erste Dichtungselement (364) definierten Ebene erstreckt.

22. Elektrochemische Brennstoffzelle (320) mit einer Elektrolytmembran (322), einer ersten Elektrode (324) auf einer Seite der Elektrolytmembran (322) und einer zweiten Elektrode (326) auf einer anderen Seite der Elektrolytmembran (322) und einem ersten Separator (330) und einem zweiten Separator (340), die die erste und zweite Elektrode (324, 326) in Sandwichanordnung umschließen, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Elektrolytmembran (322) und einem der ersten und zweiten Separatoren (330, 340) eine Dichtung (360) gemäß Anspruch 18 bereitgestellt ist.

23. Elektrochemische Brennstoffzelle (320) mit einer Elektrolytmembran (322), einer ersten Elektrode (324) auf einer Seite der Elektrolytmembran (322) und einer zweiten Elektrode (326) auf einer anderen Seite der Elektrolytmembran (322) und einem ersten Separator (330) und einem zweiten Separator (340) und einem Kühlmittelweg (344) zwischen dem ersten und zweiten Separator (330, 340), wobei in dem Kühlmittelweg (344) Kühlmittel strömt, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Elektrolytmembran (322) und einem der ersten und zweiten Separatoren (330, 340) eine Dichtung (360) gemäß Anspruch 21 bereitgestellt ist.

24. Elektrochemische Brennstoffzelle (320) mit einem ersten Separator (330) und einem zweiten Separator (340) und einem Kühlmittelweg (344) zwischen dem ersten und zweiten Separator (330, 340), wobei in dem Kühlmittelweg (344) Kühlmittel strömt, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem ersten und zweiten Separator (330, 340) eine Dichtung (360) gemäß Anspruch 18 bereitgestellt ist.

25. Elektrochemische Brennstoffzelle (320) mit einem ersten Separator (330) und einem zweiten Separator (340) und einem Kühlmittelweg (344) zwischen dem ersten und zweiten Separator (330, 340), wobei in dem Kühlmittelweg (344) Kühlmittel strömt, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem ersten und zweiten Separator (330, 340) eine Dichtung (360) gemäß An-

spruch 21 bereitgestellt ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

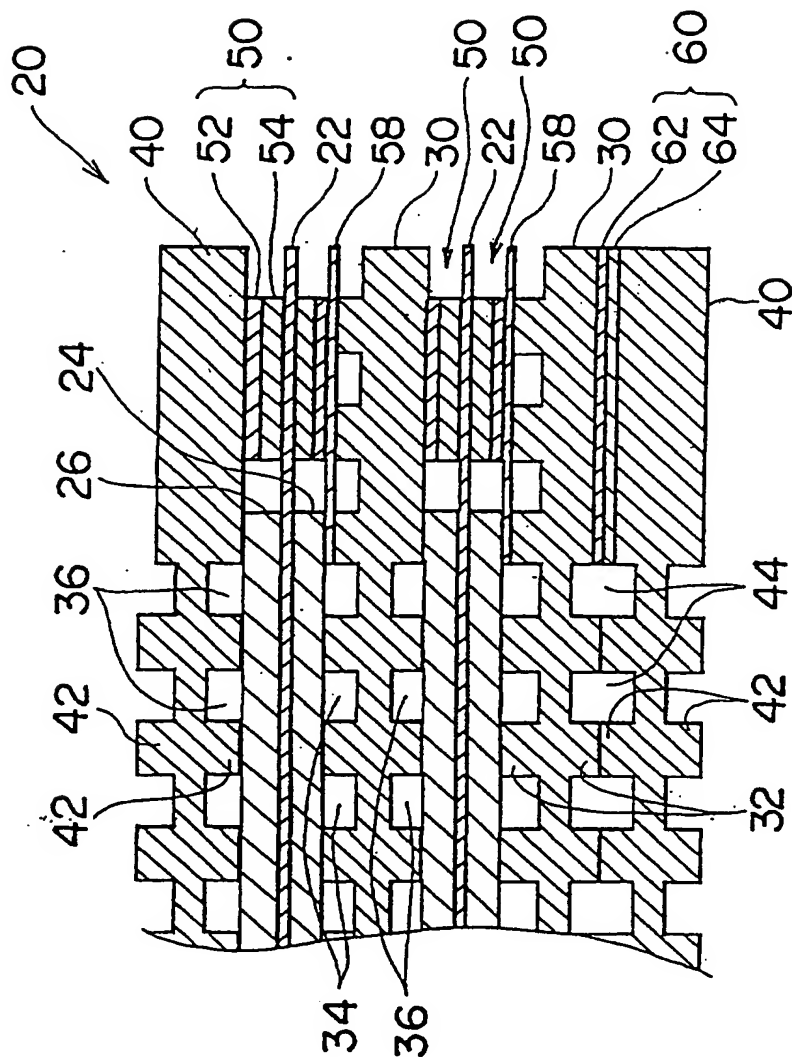


FIG. 2

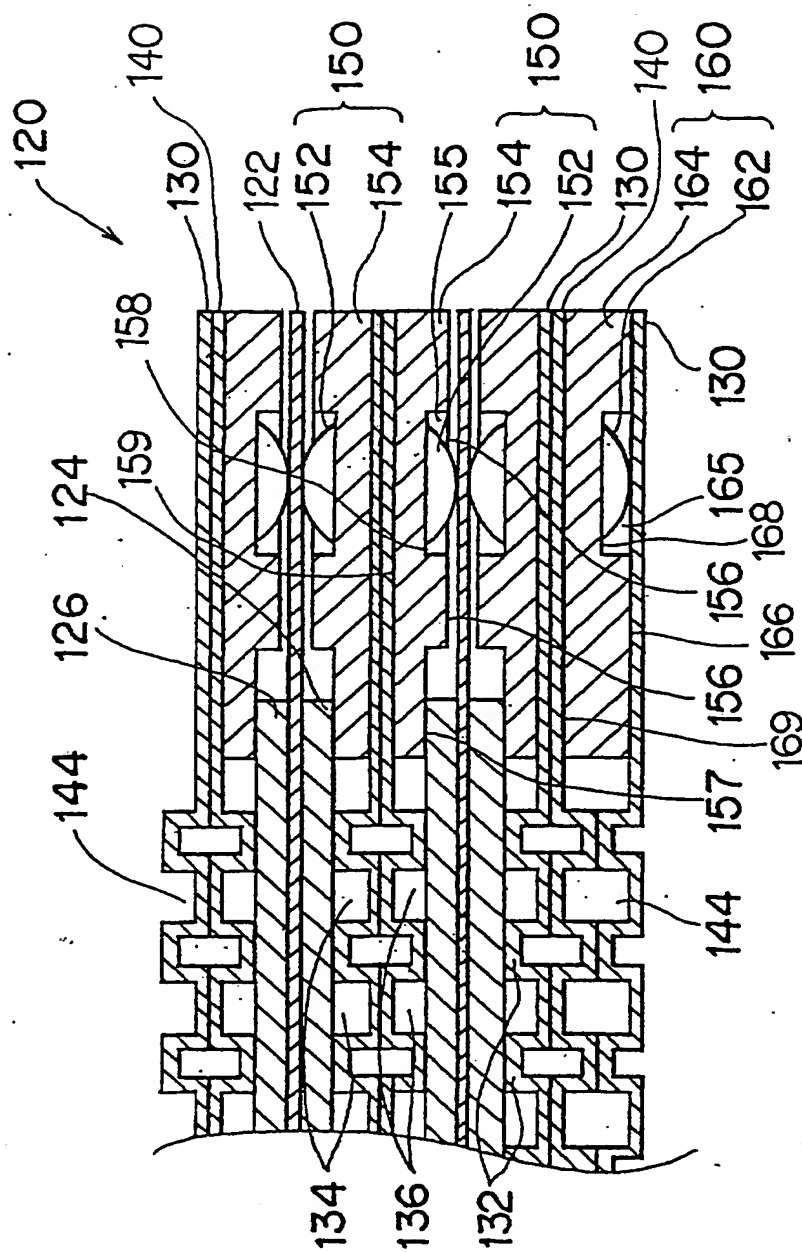


FIG. 3

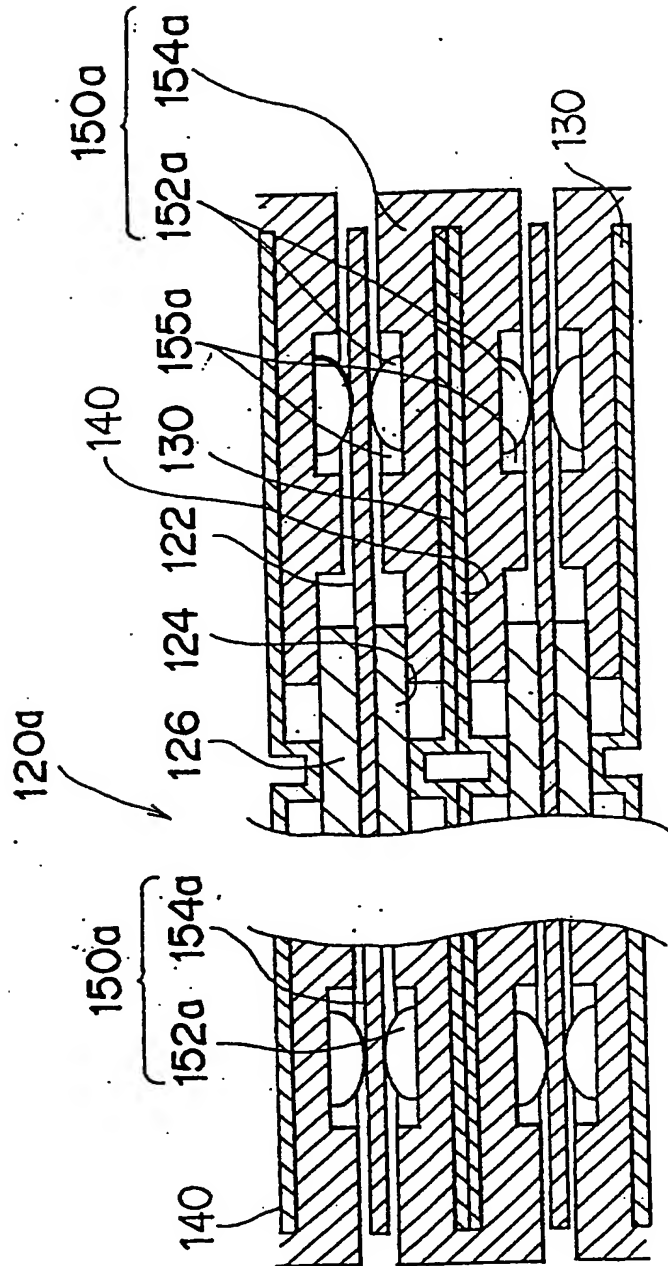


FIG. 4

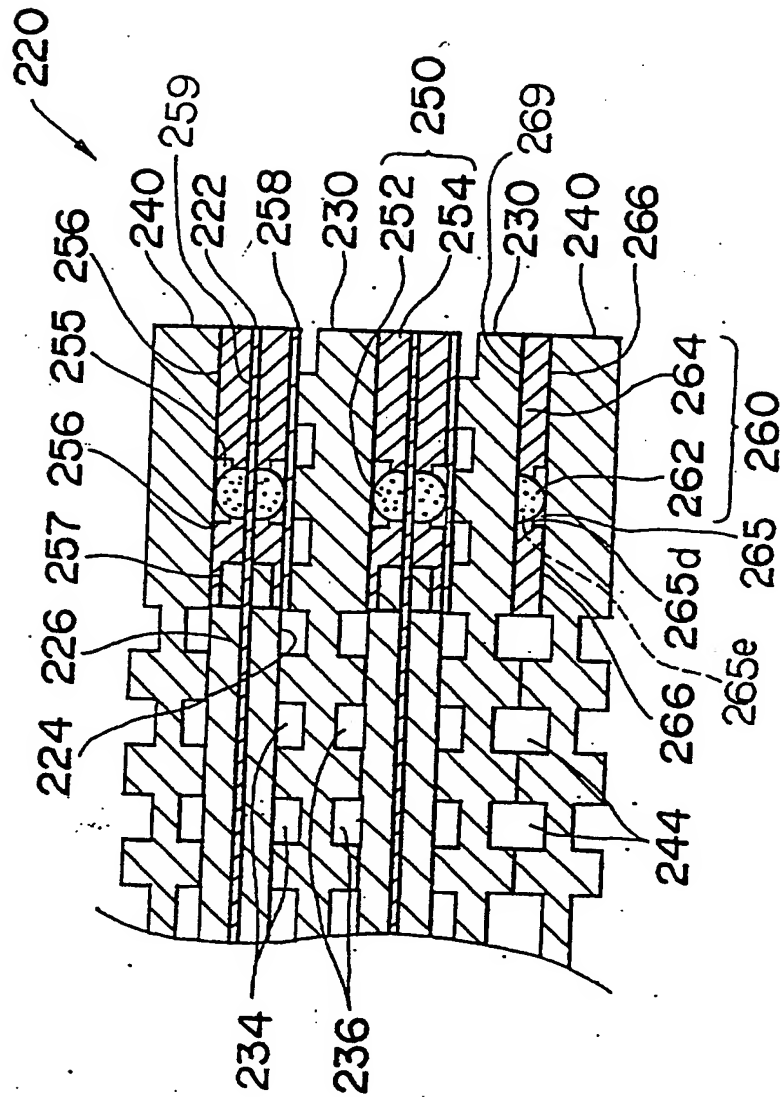




FIG. 5

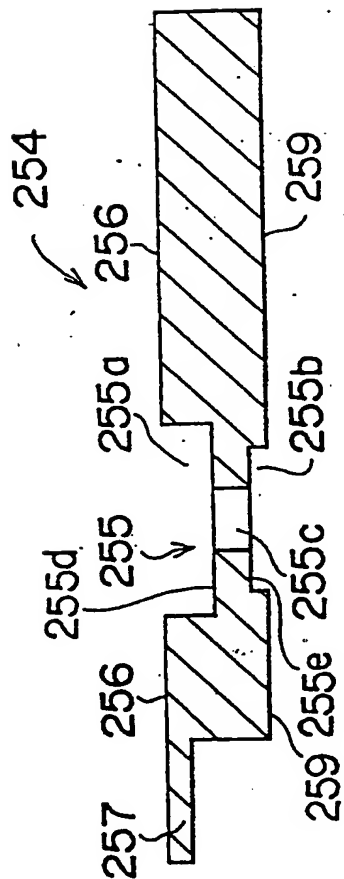


FIG. 6

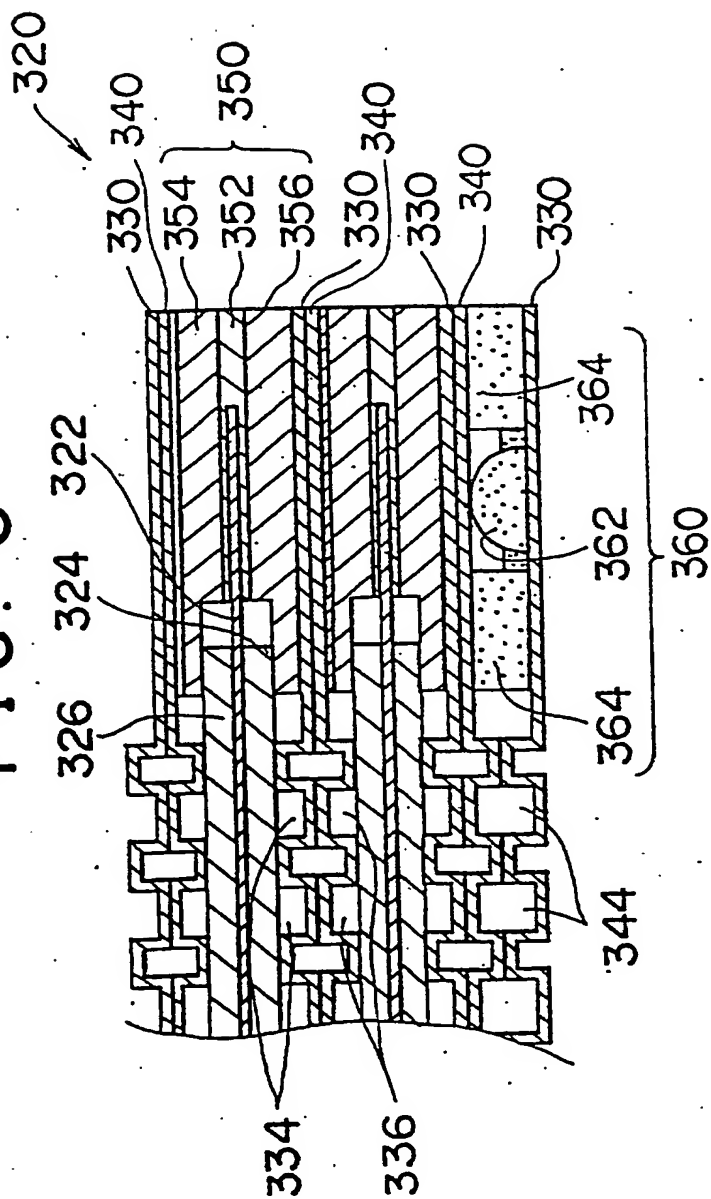


FIG. 7

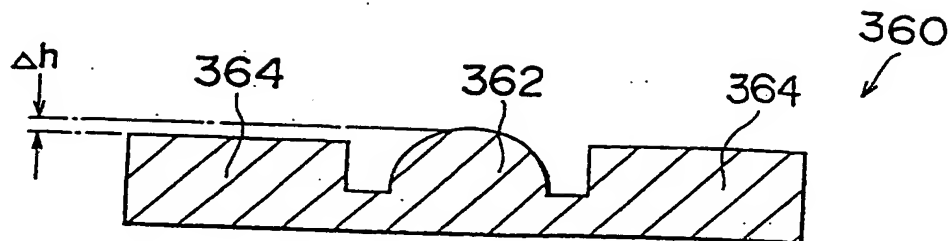


FIG. 8

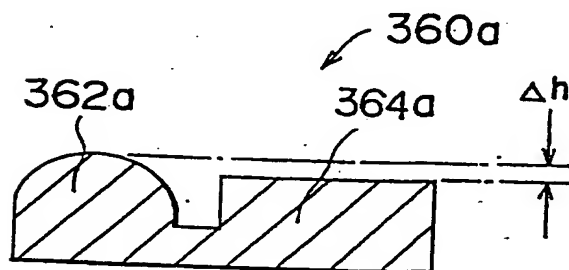


FIG. 9

